

# SEDIMENTOLOGIA Y DIAGENESIS DE LA BARRA CARBONATADA INFERIOR DEL MUSCHELKALK EN LA RAMA ARAGONESA DE LA CORDILLERA IBERICA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

José ARRIBAS MOCOROA y José Andrés DE LA PEÑA BLASCO

Departamento de Petrología. Universidad Complutense. 28040 - Madrid.

## ABSTRACT

Dolomites of the lower Muschelkalk facies have been studied in a transitional zone where this facies changes to a detrital sedimentation.

The study of microfacies and its spatial and temporal distribution allows the interpretation of the sedimentary environment as a restrained carbonate platform with an evaporitic sedimentation in the supratidal zones.

The main diagenetic processes are related with the sedimentary environment (eogenetics). The type of dolomitization, the more important process, confirms a hypersaline environment.

## I.- INTRODUCCION

La unidad Muschelkalk del Trías germánico de la Península Ibérica muestra dos litotipos distintos (VIRGILI et al., 1977); uno que corresponde al Trías ibérico y que se caracteriza por la presencia de una sola barra carbonatada, y otra, al Trías mediterráneo con dos barras carbonatadas.

El objeto de este trabajo es el estudio de la sedimentología y diagénesis de la barra inferior precisamente en la zona en que se produce su acuña-miento, y que corresponde al sector de transición de ambos litotipos.

Se han estudiado cinco columnas: Cálvena (CA), Tabuenca (T), Tierga (TI), Illueca (I) y Morata de Jalón (MJ), Fig. 1, situadas en el borde norte de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

## II.- LITOESTRATIGRAFIA DEL MUSCHELKALK

En este sector de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica se distinguen tres unidades litoestratigráficas (Fig. 5.1):

M-1) Constituye la barra inferior, objeto de este estudio (Fig. 5.2), y es equivalente a la subunidad "Dolomías de Illueca" (integrada en la unidad detrítica "Lutitas y Areniscas de Cálvena") descrita por ARRIBAS (1984). Está representada fundamentalmente por dolomías amarillentas, micríticas, más o menos recristalizadas, y con un contenido importante en terrígenos. Presentan

"ripples", bioturbación, laminación algar, huellas de desecación y moldes de evaporitas. Su potencia es muy variable, desde unos 8 m en el SE de la zona estudiada (Morata de Jalón) hasta su práctica desaparición en el NW (Aranda del Moncayo). Este acunamiento lleva consigo un cambio litológico, enriqueciéndose en materiales híbridos (margas dolomíticas). La base de esta unidad suele presentar tránsito gradual a los niveles detríticos inferiores (facies Buntsandstein), mientras que el contacto del techo es neto con los materiales suprayacentes (M-2). En ambos casos el contacto es concordante.

M-2) Unidad compuesta fundamentalmente por margas dolomíticas y lutitas arcillosas, existiendo en menor proporción areniscas, yesos y dolomías mal estratificadas. Los colores abigarrados característicos que presentan facilitan su identificación en el campo. Las estructuras sedimentarias preservadas son muy escasas: Laminación algar y "tepees", en los niveles dolomíticos; y "ripples", estratificación "wavy" y "linsen", y grietas de desecación, en los niveles detríticos (areniscas y lutitas) que son dominantes en la base. El espesor de esta unidad oscila entre 20 y 40 m, si bien su contacto con M-3 es generalmente mecánico. En los puntos donde este contacto no está tectonizado se aprecia un tránsito gradual con las dolomías suprayacentes por medio de términos híbridos (margas dolomíticas y dolomías margosas).

M-3) La unidad superior está formada por dolomías recrystalizadas, dolomías micríticas y margas dolomíticas, pudiéndose establecer dos subunidades. La inferior, integrada por dolomías muy recrystalizadas y estratificadas en bancos potentes; y la superior, con menor recrystalización, constituida fundamentalmente por dolomías micríticas que alternan con margas dolomíticas. En esta unidad las estructuras sedimentarias son: Estratificación cruzada (a diversas escalas), bioturbación, laminación algar y grietas de desecación. El espesor total es de unos 45 m en el NW de la región (Noviercas), aumentando paulatinamente hacia el SE (unos 85 m en los alrededores de Morata de Jalón). El contacto con la unidad suprayacente (facies Keuper) es gradual, si bien en algunas zonas se encuentra tectonizado.

### III.- SEDIMENTOLOGIA DE LA BARRA INFERIOR (M-1)

En la Fig. 2 se han representado las columnas estratigráficas de la unidad M-1, destacando las estructuras sedimentarias y los datos petrográficos de mayor interés para la interpretación sedimentológica. Las microfacies que han sido identificadas son:

a) "Mudstones" con terrígenos. Son las microfacies más frecuentes, estando constituidas por dolomicritas con cantidades muy variables de terrígenos (<1% a 20%), de composición arcósica y tamaño aleurítico ( $\approx 50-60\mu$ ). Otros componentes deposicionales identificados han sido: Foraminíferos, placas de equinodermos, gasterópodos, ostrácodos, "pellets" e intraclastos. Son frecuentes los pseudomorfos de evaporitas (anhidritas?), tanto de cristales aislados de hábito prismático, como de concentraciones de los mismos formando nódulos (Fig. 5.3). A veces se observan grietas de desecación y laminaciones de origen algar. Consideramos que se trata de sedimentos de baja energía depositados en un ambiente restringido hipersalino, probablemente una llanura de mareas carbonatada.

b) "Wackestones" y "Packstones". Son escasas y, en ocasiones, existe un tránsito gradual entre ellas. Los "wackestones" suelen ser biomicritas de foraminíferos, gasterópodos y equinodermos, con pocos terrígenos (<1%). Los "packstones" en general son intrabiomicritas con gasterópodos, equinodermos y escasos terrígenos (<1%). Ocasionalmente los componentes deposicionales son oolitos (Fig. 5.4) e intraclastos. Son frecuentes los procesos de bioturba-

ción, no habiéndose observado indicios de evaporitas ni estructuras que indiquen condiciones subaéreas. Se interpretan como depósitos submareales muy someros de tipo "lagoon".

c) "Grainstones". Son frecuentes y están integrados fundamentalmente por oolitos (Fig. 6.1) y en menor proporción por fósiles (fragmentos de moluscos y foraminíferos) y peloides. Los oolitos están bien calibrados ( $\approx 0.3$  mm). En general sus núcleos están poco definidos, identificándose en ocasiones granos de cuarzo. En la serie más noroccidental están asociados con pseudomorfos de evaporitas (Fig. 6.2). Corresponden a depósitos de "shoals" situados en el interior del "lagoon", en posición próxima a su borde interno. Ligeros descensos en el nivel del mar producirían su emersión y la formación de cristales de evaporitas, que llegan en ocasiones a producir texturas de reemplazamiento.

Por lo que respecta a la distribución espacial de estas microfacies (Fig. 2), se observa cómo en las series del NW existe un predominio de los "mudstones" con terrígenos, así como una abundancia de pseudomorfos de evaporitas. También en estas series se da la asociación "grainstones"-evaporitas. Por el contrario, hacia el S y SE existe un predominio de términos más margosos, con abundante bioturbación y fauna (fundamentalmente gasterópodos). En la serie más suroriental (MJ), no se ha observado la presencia de pseudomorfos de evaporitas.

En conjunto estas facies se desarrollarían en un sistema deposicional de llanura mareal-"lagoon" somero, en un clima de cierta aridez.

Según el modelo de la Fig. 3 y la distribución espacial de las microfacies, comentada anteriormente, puede afirmarse que el emplazamiento de la plataforma carbonatada se realizó según la dirección NW-SE; es decir, con una marcada continentalidad hacia el NW, y el predominio de microfacies más marinas (submareales) hacia el SE. Esta disposición de la plataforma está asimismo de acuerdo con el mapa de isopacas de esta subunidad (Fig. 1).

En sentido vertical la sucesión de estas microfacies se realiza formando secuencias generalmente incompletas de somerización hacia el techo, con términos equivalentes a los descritos por JAMES (1979) para ambientes internareales de baja energía:

- a).- Un término basal transgresivo, formado por "grainstones" o "packstones" con intraclastos. En ocasiones este término falta en las secuencias.
- b).- Un término intermedio, muy bioturbado, representante de ambientes submareales ("wackestones"- "packstones").
- c).- Un término superior, con presencia de pseudomorfos de evaporitas y constituido en general por "mudstones" con terrígenos, característicos de ambientes supramareales.

Estas secuencias de somerización son un reflejo del carácter regresivo general de las facies del M-2 con respecto a las del M-1.

A partir de los datos obtenidos hemos representado en el esquema de la Fig. 4 las relaciones espaciales en cuanto al ambiente de sedimentación entre las facies detríticas de la unidad "Lutitas y Areniscas de Cálcena" del W de la región (Trías ibérico) y la subunidad "Dolomías de Illueca". Mientras las facies detríticas se depositan en una llanura mareal de tipo mixto, las facies químicas de "Dolomías de Illueca" lo hacen también en un aparato deposicional controlado por las mareas, pero en una plataforma carbonatada. Ambas facies presentan secuencias regresivas.

#### IV.- ASPECTOS DIAGENETICOS

Los procesos diagenéticos que han sufrido estos depósitos son muy variados, destacando la dolomitización, cementación, micritización, bioturbación, neomorfismo, disolución y compactación.

La dolomitización afecta a todas las microfacies, encontrándose la subunidad totalmente dolomitizada. El tamaño micrítico de los cristales de dolomita ha permitido la conservación de los componentes deposicionales. Este carácter textural, junto con la presencia de pseudomorfos de evaporitas, la presencia de una fauna de ambiente restringido, huellas de desecación y la conservación de los componentes deposicionales, son los criterios clásicos utilizados para caracterizar la dolomitización penecontemporánea en un ambiente de sedimentación hipersalino (DEFFEYES et al., 1965; FUCHTBAUER, 1974; FOLK & LAND, 1975).

La cementación de los "grainstones" se realiza por medio de mosaicos de cristales pequeños (10 a 20  $\mu$ ) y de composición dolomítica, que rellenan tanto la porosidad interpartícula como la intrapartícula. Si bien los cristales son en general "equant", en ocasiones se reconocen morfologías "bladed" rodeando oolitos, que tal vez puedan corresponder al neomorfismo de primitivos cementos fibrosos (Fig. 6.3). En conjunto estos procesos de cementación debieron ocurrir durante las primeras etapas diagenéticas (eodiagénesis). Asimismo, existe una cementación posterior de calcita en mosaico, relleno de poros y fracturas, que nos indicaría una segunda etapa de cementación en ambiente telodiagenético poco importante cuantitativamente.

Como consecuencia de la actividad orgánica son frecuentes los procesos de micritización y bioturbación, que afectan fundamentalmente a "wackestones" y "packstones". La micritización se presenta dando envueltas micríticas que destruyen las estructuras deposicionales, llegando en ocasiones a afectar totalmente a los componentes deposicionales. La bioturbación se manifiesta con la presencia de "burrows", en general horizontales, afectando sobre todo a "wackestones", "packstones" y "mudstones", así como a los niveles margosos intercalados. La actividad orgánica se pone de manifiesto también por la existencia de "pellets" en la mayoría de las microfacies. Tanto la micritización como la bioturbación indican unas condiciones eodiagenéticas, en un ambiente subacuático en relación con medios de sedimentación tranquilos y someros (BATHURST, 1966; FLÜGEL, 1982).

Las micritas deposicionales han sufrido un ligero neomorfismo que se refleja en una recristalización en la que los cristales llegan a alcanzar unas 25  $\mu$ . Este proceso se desarrollaría desde la eodiagénesis hasta etapas mesodiagenéticas.

La inestabilidad de ciertos componentes orgánicos y de las evaporitas asociadas dieron lugar en etapas diagenéticas tempranas a procesos de disolución y posterior cementación (pseudomorfos en el caso de las evaporitas).

Una serie de hechos ponen de manifiesto que la fábrica deposicional ha sido modificada como consecuencia de procesos de compactación. Por otra parte, la compactación mecánica queda evidenciada por la deformación y/o rotura de componentes (fósiles y oolitos). La deformación sufrida por los oolitos hace que éstos pasen gradualmente a formas alargadas, llegando a perder por completo sus caracteres texturales (Fig. 6.4). Dicha deformación se situaría en la eodiagénesis y sería previa a la cementación total de la roca. El hecho de que en un corto espacio, incluso de hasta 1 cm, se encuentre el paso gradual desde fábrica sin sufrir compactación hasta los oolitos más deformados, podría indicar que la causa de las deformaciones sería el grado de plasticidad de los propios oolitos.

Por otra parte, la compactación química se manifiesta por procesos de presión-disolución a distintas escalas (grano con grano y estilolitos). Estos procesos de compactación se han debido producir en estadios diagenéticos más avanzados (mesodiagénesis), con posterioridad a la cementación.

Asimismo, se han identificado otros procesos diagenéticos. El relleno de la porosidad primaria mediante sedimentación interna ha sido observado muy localmente en gasterópodos de "wackestones" y sería también un proceso eodiagénico. Son frecuentes las piritas dispersas, con morfología euhedrales y subeuhedrales, asociadas generalmente a los pseudomorfos de evaporitas. Pensamos que se trata de una autigénesis en ambiente reductor a partir de los sulfatos de las evaporitas durante la mesodiagénesis.

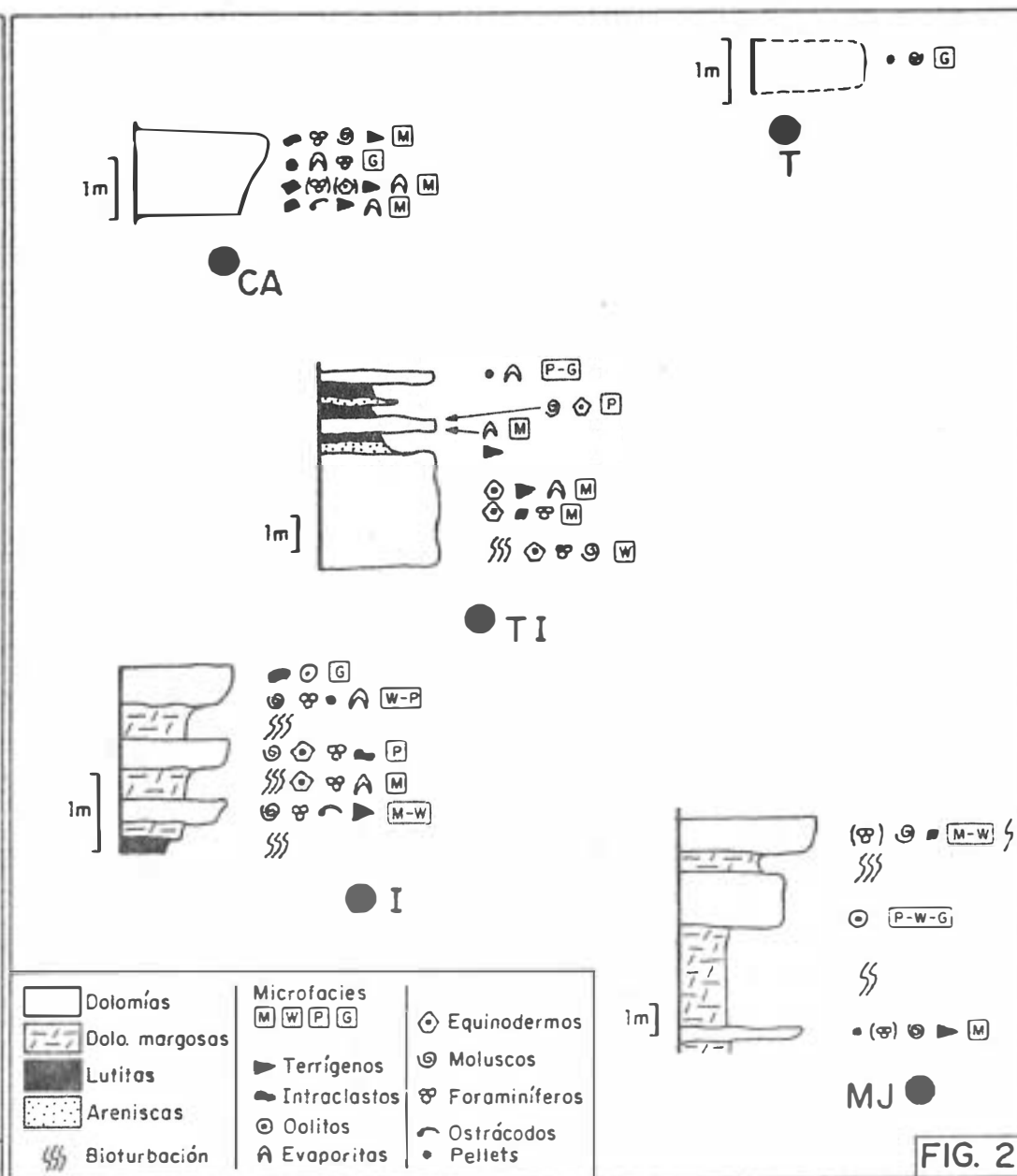
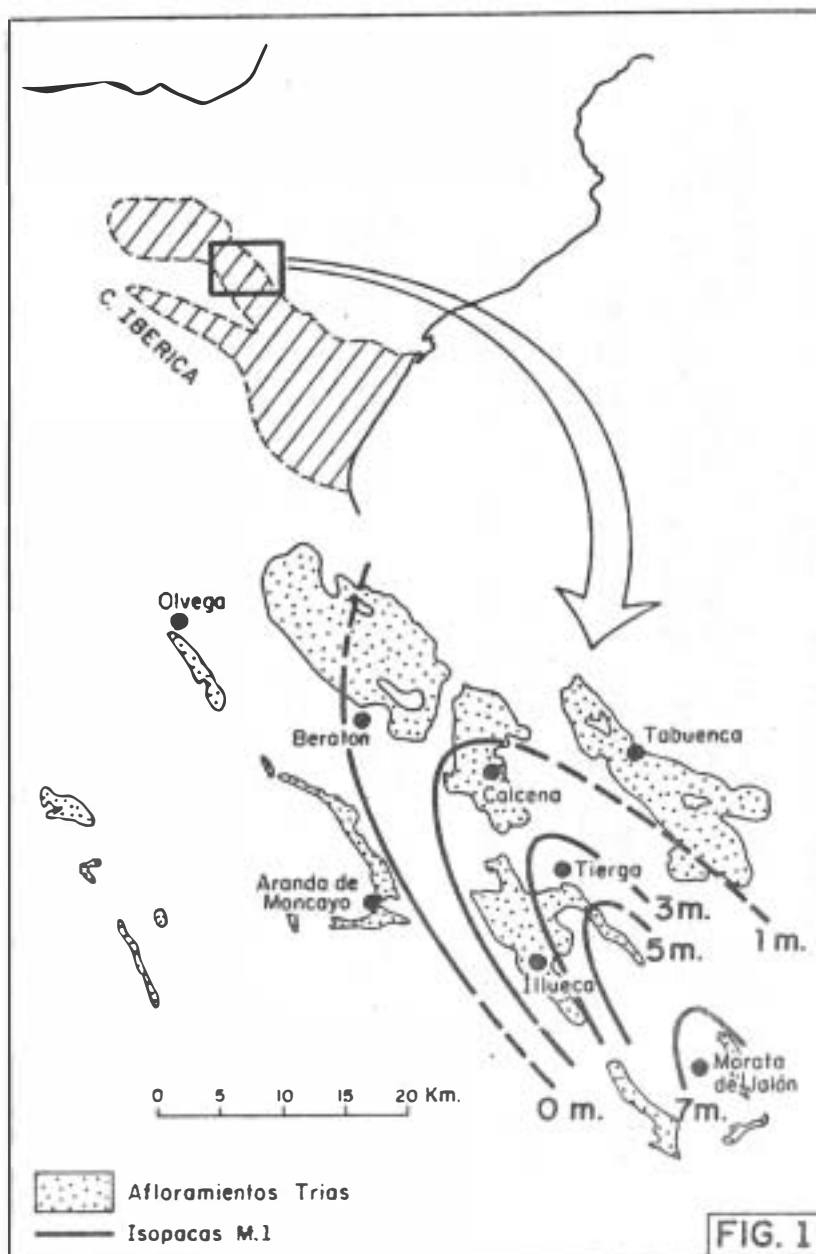
En resumen, la gran mayoría de los procesos diagenéticos se producen en ambientes eodiagénicos, acordes con el medio de sedimentación descrito anteriormente.

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos manifestar nuestra gratitud a Alfonso YEBENES por la lectura y crítica del manuscrito, así como por las ideas dadas en relación con la elaboración de este trabajo.

#### V.- BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, J. (1984). "Sedimentología y diagénesis del Buntsandstein y Muschelkalk de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica (provincias de Soria y Zaragoza)". Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid: 354 pp.
- BATHURST, R.G.C. (1966). "Boring algae, micrite envelopes, and lithification of molluscan biosparites". Geol. Jour., 5: 15-32.
- DEFFEYES, K.S.; LUCIA, F.J. and WEYL, P.K. (1965). "Dolomitization of recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire, Netherlands Antilles". S.E.P.M., Spec. Publ., 13: 71-87.
- FLÜGEL, E. (1982). "Microfacies analysis of limestones". Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg: 633 pp.
- FOLK, R.L. and LAND, L.S. (1975). "Mg/Ca ratio and salinity: two controls over crystallization of dolomite". Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 59: 60-68.
- FÜCHTBAUER, H. (1974). "Sedimentary petrology. Part II: Sediments and sedimentary rocks". Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung: 464 pp.
- JAMES, N.P. (1979). "Shallowing-upward sequences in Carbonates". En: "Facies Models". R.G. Walker (Edit.). Geoscience Canada, Reprint Series, 1: 109-120.
- VIRGILI, C.; SOPEÑA, A.; RAMOS, A. y HERNANDO, S. (1977). "Problemas de la cronoestratigrafía del Trías en España". Cuad. Geol. Iber., 4: 57-88.



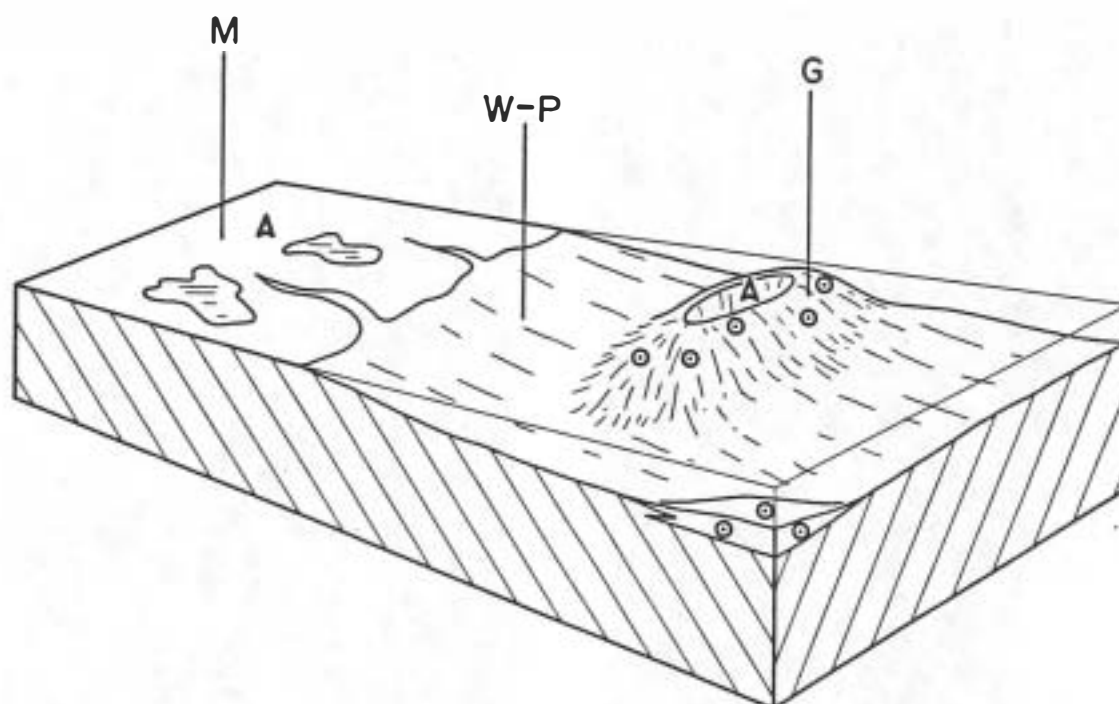


FIG. 3 .- MODELO DEPOSICIONAL DE LAS MICROFACIES DE LA SUBUNIDAD "DOLOMIAS DE ILLUECA". (M: "MUDSTONE". W-P: "WACKESTONE"- "PACKSTONE". G: "GRAINSTONE".

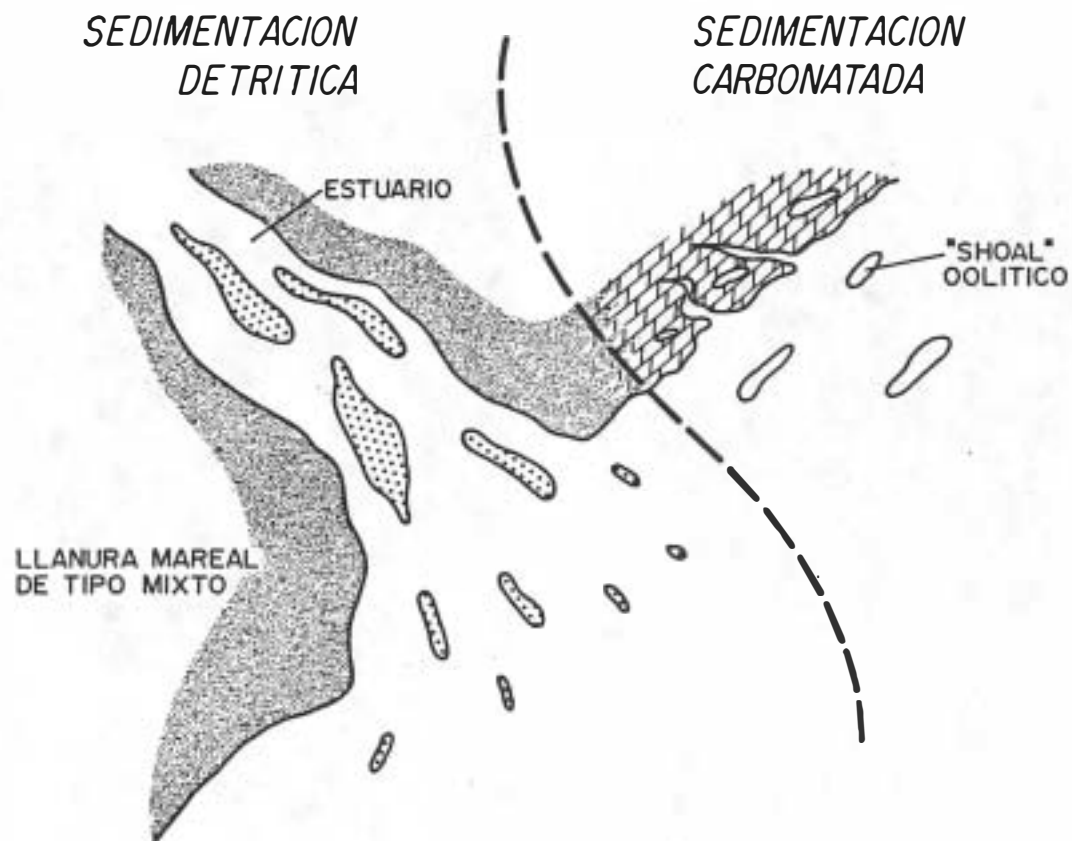


FIG. 4 .- REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS AMBIENTES DE SEDIMENTACION DE LAS FACIES DETRITICAS DE "LUTITAS Y ARENISCAS DE CALCENA" Y LAS QUIMICAS DE "DOLOMIAS DE ILLUECA".



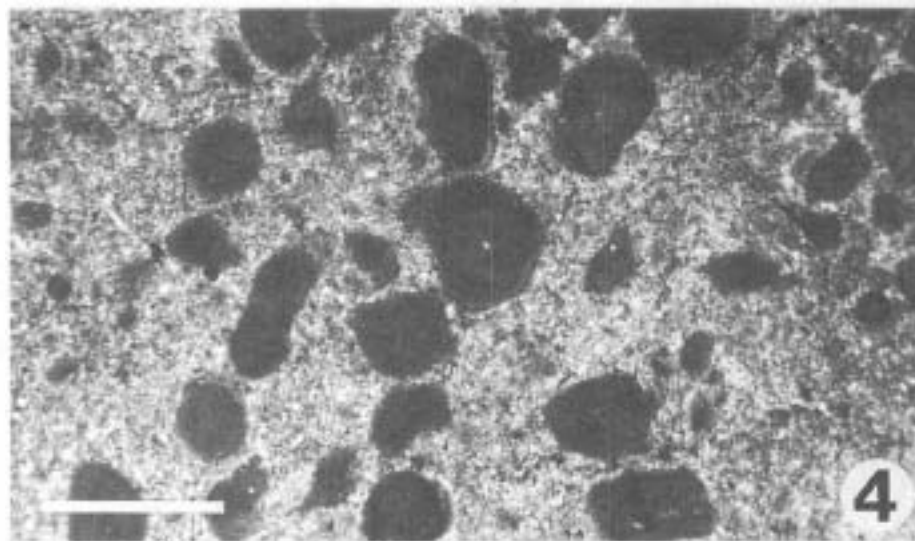


Fig. 5.- 1) Vista general del Muschelkalk en las proximidades de Illueca. 2) Aspecto general de los afloramientos de M-1 en las proximidades de Illueca. 3) "Mudstone" con evaporitas (anhidritas ?) pseudomorfizadas en calcita. NP. 4) "Wackestone" de oolitos. NP. En las microfotografías la escala equivale a 0.5 mm.



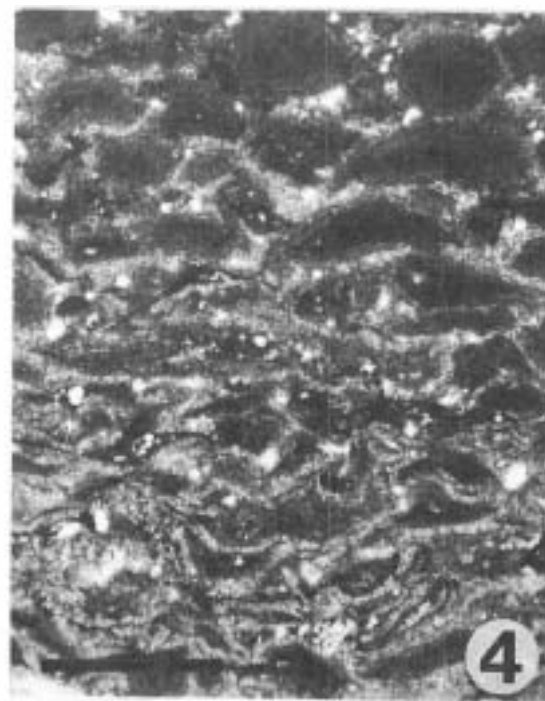
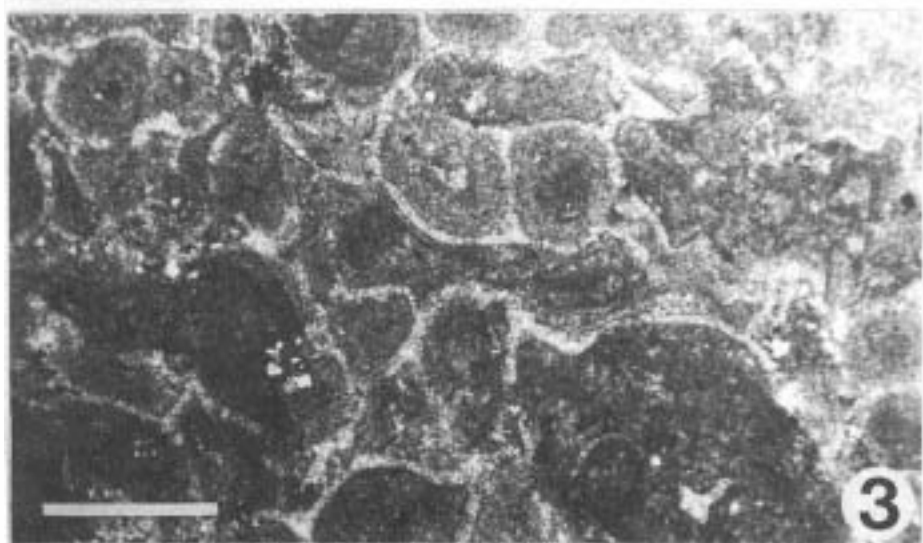
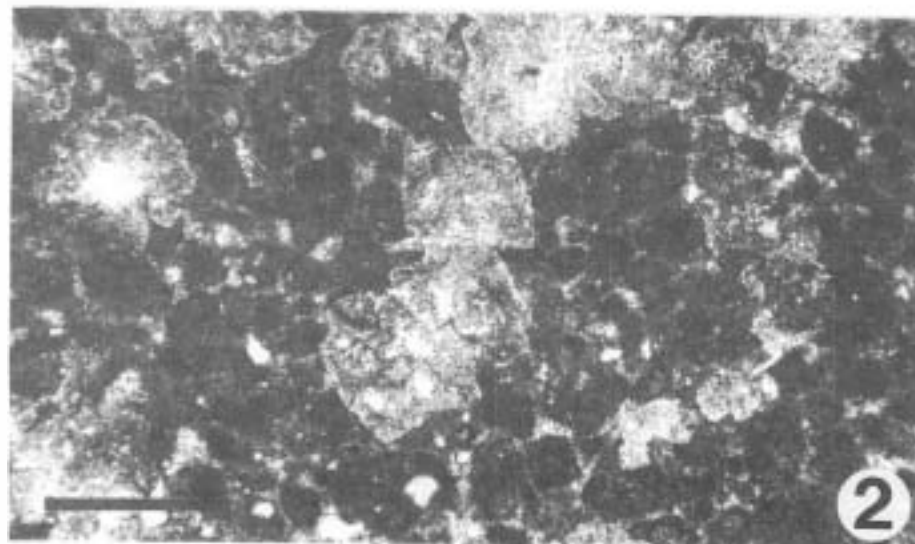
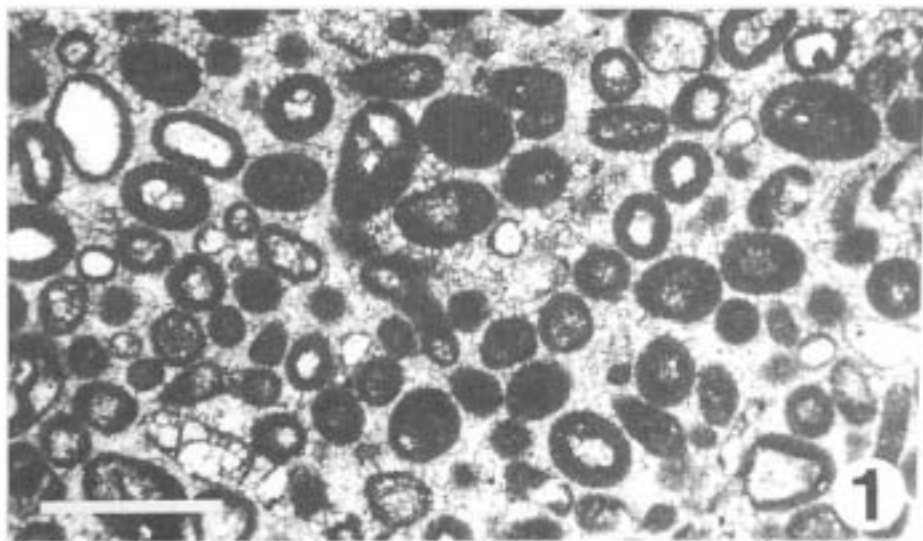


Fig.6.- 1) "Grainstone" de oolitos. NP. 2) "Grainstone" de componentes micritizados asociado a pseudomorfos de evaporitas (anhidritas ?).NP. 3) Cemento "bladed" dolomítico en "grainstone" de oolitos deformados por compactación. NP. 4) Deformación gradual de oolitos durante la compactación de la roca. NP. En todas las fotografías la escala equivale a 0.5 mm.